

4/3,AB/2
DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

Technical surface characterisation device - has coherent light beam directed onto surface by optical focusing system with detection of scattered light by photodiode array

Patent Assignee: UNIV ILMENAU TECH ABTEILUNG FORSCHUNGSFO (UYIL-N)

Inventor: JAHN R

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19824623	A1	19990211	DE 1024623	A	19980602	199912 B

Priority Applications (No Type Date): DE 1031074 A 19970719

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 19824623	A1		5	G01B-011/30	

Abstract (Basic): DE 19824623 A

NOVELTY - The surface characterisation device has a coherent light source (1), for directing a light beam (2) onto the surface (6a) at an angle, with detection of the scattered light via a photodiode array (7), an optical focusing system inserted in the path of the coherent light beam, so that a regularly reflected light beam is received by one element of the photodiode array. The area of the surface illuminated by the coherent beam is greater than the diameter of the detected surface defects.

USE - For detecting surface defects in technical surface, for optical quality control testing.

ADVANTAGE - The device allows data processor evaluation of photodiode signals using statistical analysis. DESCRIPTION OF DRAWING (S) - The figure shows a schematic representation of the surface characterisation device. (1) Coherent light source; (2) Light beam; (3) Optical focusing system; (6a) Technical surface; (7) Photodiode array.

Dwg.1/2

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 198 24 623 A 1

⑤ Int. Cl. 6:
G 01 B 11/30
G 01 N 21/47
G 01 N 21/88

⑳ Aktenzeichen: 198 24 623.4
㉔ Anmeldetag: 2. 6. 98
㉕ Offenlegungstag: 11. 2. 99

⑥⑥ Innere Priorität:

197 31 074. 5

19. 07. 97

㉑ Anmelder:

Technische Universität Ilmenau Abteilung
Forschungsförderung und Technologietransfer,
98693 Ilmenau, DE

㉗ Erfinder:

Jahn, Rainer, Dr., 98693 Ilmenau, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung zur Charakterisierung von technischen Oberflächen mittels Streulicht

DE 198 24 623 A 1

DE 198 24 623 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Charakterisierung von technischen Oberflächen mittels Streulicht, bei der ein Ausschnitt der zu prüfenden Oberfläche mit einer kohärenten Lichtquelle schräg beleuchtet und das von der Oberfläche gestreute Licht mit einem Array aus Fotodioden winkelaufgelöst registriert wird. Sie dient insbesondere zur Charakterisierung solcher Merkmale, die nicht auf eine einzelne Stelle der Oberfläche begrenzt sind, sondern sich in zufälliger oder periodischer Verteilung über einen größeren Bereich der Oberfläche erstrecken. Diese Merkmale sind typischerweise Bearbeitungsspuren der zur Herstellung der Oberfläche verwendeten Werkzeuge und werden mittels bildgebender Verfahren als Kratzer, Schlieren, Löcher oder andere Texturmuster wahrgenommen.

Besonders schwierig sind diese Merkmale bzw. Defekte bei Oberflächen optischer Qualität zu erfassen, da die Rauheit derartiger Flächen und die Höhenausdehnung der Defekte im Nanometer- oder Subnanometerbereich liegen.

Die Erfindung gestaltet das bekannte Prinzip der sogenannten "winkelaufgelösten Streulichtmessung" (ARS) weiter aus, das sich in zahlreichen Varianten in der Praxis bewährt hat, vor allem zur Inspektion von Silizium-Wafern.

Bei der ARS wird in den meisten Fällen der Lichtstrahl z. B. ein kohärenter Laserstrahl, auf die zu prüfende Oberfläche fokussiert. Wenn der Fokus einen Defekt trifft, wird ein relativ hohes Streustrahlungsniveau erreicht, und die Einzeldefekte lassen sich genau lokalisieren. Diese Variante ist jedoch sehr zeit- und kostenaufwendig, da die Oberfläche zur Erfassung charakteristischer Merkmale zumindest in einem gewissen Bereich zweidimensional abgetastet werden muß. Daher und aufgrund der Tatsache, daß die verwendeten Geräte (Streulichtgoniometer) sehr empfindlich gegen Umwelteinflüsse sind, ist diese Variante der ARS nicht im Produktionsprozeß einsetzbar.

Eine Anordnung zur Fokussierung des Reflexlichtes auf ein einzelnes Element eines Fotodioden-Arrays ist beschrieben in DE 44 08 226 A1. Dort erfolgt die Fokussierung mit einem Linsensystem zwischen Probe und Empfänger, folglich passiert das Streulicht die Fokussieroptik. Diese Methode der Fokussierung ist nachteilig, da die Streulichtverteilung durch das Linsensystem verfälscht wird und nur ein relativ geringer Raumwinkel vom Linsensystem erfaßt werden kann.

Andere Verfahren und Vorrichtungen zur Charakterisierung von Oberflächen mittels Streulicht, wie die in DE 44 00 868 A1 und DE 36 26 724 C2, ermitteln nur einen oder mehrere integrale Werte des Streulichtes, arbeiten also nicht oder nicht in hinreichendem Maße winkelaufgelöst.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung zur Charakterisierung von technischen Oberflächen, insbesondere solcher von optischer Qualität, zu schaffen, die im Produktionsprozeß eingesetzt werden kann und mit geringem Zeitaufwand eine qualitative Aussage zur Oberflächenbeschaffenheit liefert. Im einfachsten Fall genügt eine binäre Aussage zur Oberflächenbeschaffenheit ("gut" oder "schlecht").

Die Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen der Patentansprüche gelöst. Dadurch wird erreicht, daß mit einer speziellen Anordnung ein Ausschnitt der zu prüfenden Oberfläche beleuchtet und das von der Oberfläche gestreute Licht mit einem Array aus Fotodioden registriert wird. Hierbei erfaßt jede Fotodiode einen gewissen Raumwinkelbereich des Streulichtes.

Die Erfindung ermöglicht die Anwendung der ARS im Produktionsprozeß indem ein größerer Ausschnitt von z. B. 2 mm^2 beleuchtet wird. Der Ausschnitt wird so groß ge-

wählt, daß die in ihm enthaltenen Einzeldefekte in ihrer Gesamtheit eine Aussage zum Charakter der Oberfläche erlauben. In diesem Sinn heißt die Gesamtheit von periodisch oder stochastisch verteilten Einzeldefekten auch "globaler Defekt". Im Streulicht sind bei dieser Beleuchtungsart die statistischen Merkmale der Einzeldefekte und damit die Merkmale des globalen Defektes verschlüsselt.

Da die Intensität des Streulichtes mehrere Größenordnungen unter der Intensität des direkt von der Oberfläche reflektierten Lichtes liegt, ist neben einer genügend empfindlichen Empfängerschaltung eine saubere Trennung von Streulicht und Reflexlicht notwendig. Dies gelingt dadurch daß das Reflexlicht auf ein einzelnes Element des Fotodioden-Arrays fokussiert wird.

Der beschriebene Nachteil einer zwischen Probe und Empfänger angeordneten Fokussieroptik wird erfindungsgemäß dadurch behoben, daß die Fokussieroptik im Strahlengang zwischen Lichtquelle und Probenoberfläche angeordnet und die Probe schräg beleuchtet wird. Dadurch erreicht man, daß die Ausbreitung des Streulichtes im Raum zwischen Probe und Empfänger durch keinerlei Bauelemente gestört wird. Andere Vorrichtungen, wie die in DE 36 26 724 C2 und DE 37 03 504 C2, enthalten zwar ebenfalls ein optisches System zwischen Lichtquelle und Probenoberfläche, jedoch wird bei diesen Vorrichtungen auf die Oberfläche und nicht auf den Empfänger fokussiert.

Die durch die erfindungsgemäße Vorrichtung gewonnenen Meßwerte der Fotodioden werden zweckmäßigerweise an einen Rechner mit AD-Wandlerkarte übertragen und in einer Datei abgelegt. Aus den Meßwerten lassen sich leicht nach dem Vorbild der beschreibenden Statistik Gütezahlen gewinnen, wie etwa Mittelwert, empirische Varianz und empirische Quartile. Aus diesen Gütezahlen kann mit statistischen Methoden (Diskriminanz-Analyse), Fuzzy-Logik oder neuronalen Netzen eine Klassifizierung der Meßwerte und damit eine qualitative Charakterisierung der Oberfläche erfolgen.

Im folgenden wird die Erfindung an Ausführungsbeispielen erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung der die Erfindung betreffenden Vorrichtung;

Fig. 2 ein Beispiel für die Anordnung der Fotodioden auf dem Empfänger-Array.

Die Vorrichtung ist gemäß Fig. 1 aus folgenden Bestandteilen aufgebaut: einer kohärenten Lichtquelle 1, vorzugsweise einer kollimierten Laserdiode mit einigen Millimetern Strahldurchmesser, einer Sammellinse oder einem Linsensystem 3, das in einer Führung 4 axial verschiebbar ist, einem Planspiegel 5, einer Blende 9 und einer Detektor-Baugruppe 8 mit dem Fotodioden-Array 7.

Die Oberfläche 6a der Probe 6 wird mit dem Laserstrahl 2 schräg beleuchtet. Der Einfallswinkel auf die Oberfläche 6a soll 40° bis 60° betragen. Gleichzeitig wird der Laserstrahl 2 mit Hilfe des Linsensystems 3 so fokussiert, daß der Fokus nach Umlenkung durch den Planspiegel 5 und die Oberfläche 6a auf einem Element, vorzugsweise einem Randelement, des Dioden-Arrays 7 erscheint. Die Probe 6 besteht vorzugsweise aus optisch durchsichtigem Material. Daher gelangt ein Teil der einfallenden Lichtstrahlung durch Brechung an der Oberfläche 6a auf die Rückfläche 6b, von der ebenfalls Streulicht in Richtung Detektor 8 gesendet wird. Die Blende 9 dient dazu, diesen unerwünschten Streulichtanteil vom Dioden-Array 7 fernzuhalten.

Falls die Oberfläche 6a gekrümmt ist, ändert sich durch ihre abbildende Wirkung die Lage des Fokuspunktes. Zum Ausgleich dieser Lageänderung verschiebt man das Linsensystem 3 um eine von der Oberflächenkrümmung abhängige Strecke axial in der Führung 4.

Der Planspiegel 5 hat keine physikalisch wesentliche Funktion, ermöglicht aber eine kompakte Bauweise der gesamten Vorrichtung.

Fig. 2 zeigt schematisch ein Beispiel für die Anordnung der Fotodioden auf dem Empfänger-Array. Auf einem Keramiksubstrat 10 sind über Zwischenschichten 64 Diodenchips 11 in Dickschichttechnologie aufgebracht. Zur Aufnahme von Bonddrähten und Leitungsbahnen sind Lücken zwischen den Chipreihen notwendig. Dennoch wird innerhalb des Kreises 12, dessen Durchmesser 20 mm beträgt, die Streulichtverteilung praktisch vollständig erfaßt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Charakterisierung von technischen Oberflächen mittels Streulicht, bei der ein Ausschnitt der zu prüfenden Oberfläche mit einer kohärenten Lichtquelle schräg beleuchtet und das von der Oberfläche gestreute Licht mit einem Array aus Fotodioden winkelaufgelöst registriert wird, dadurch gekennzeichnet, daß
 - ein sammelndes optisches System im Strahlengang zwischen Lichtquelle und Oberfläche so angeordnet ist, daß der von der Oberfläche regulär reflektierte Lichtstrahl auf ein Element des Dioden-Arrays fokussiert wird und
 - der Durchmesser des beleuchteten Ausschnittes der Oberfläche wesentlich größer ist als die mittlere Abmessung der einzelnen Oberflächendefekte.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das sammelnde optische System in axialer Richtung verschiebbar ist, so daß der Lichtstrahl auch bei verschiedenen gekrümmten Oberflächen auf ein Element des Dioden-Arrays fokussiert werden kann.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß dicht über der zu prüfenden Oberfläche eine Blende so angeordnet und dimensioniert ist, daß der Beleuchtungsstrahlengang nicht beeinflußt wird, daß jedoch der Flächeninhalt der Blendenöffnung höchstens doppelt so groß ist wie der Flächeninhalt des beleuchteten Ausschnittes der Oberfläche.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Dioden-Array aus 40 bis 80 Elementen besteht.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangssignale der Fotodioden von einem Rechner erfaßt und aus den Signalwerten über mathematische Vorschriften Gütezahlen berechnet werden.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aus den Gütezahlen mittels eines statistischen Klassifizierungsverfahrens eine qualitative Aussage über die Art der Oberflächendefekte gewonnen wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

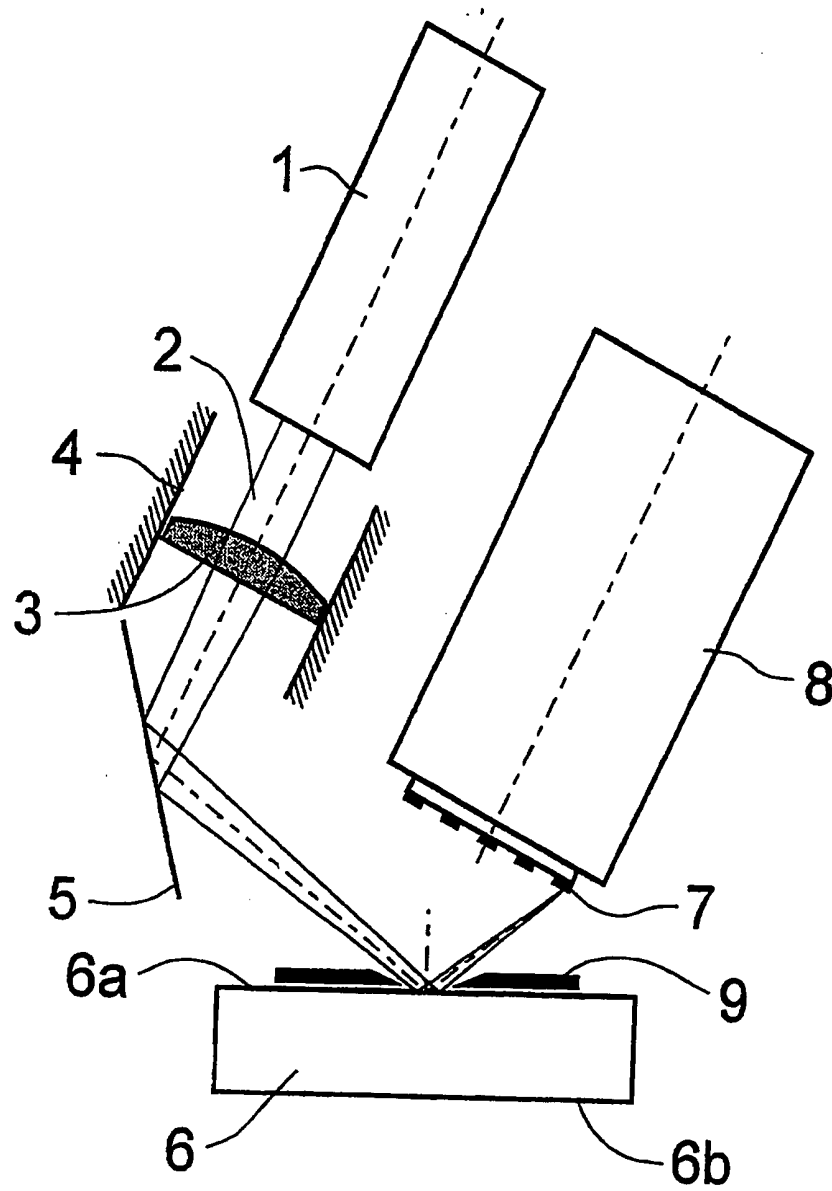


Fig. 1

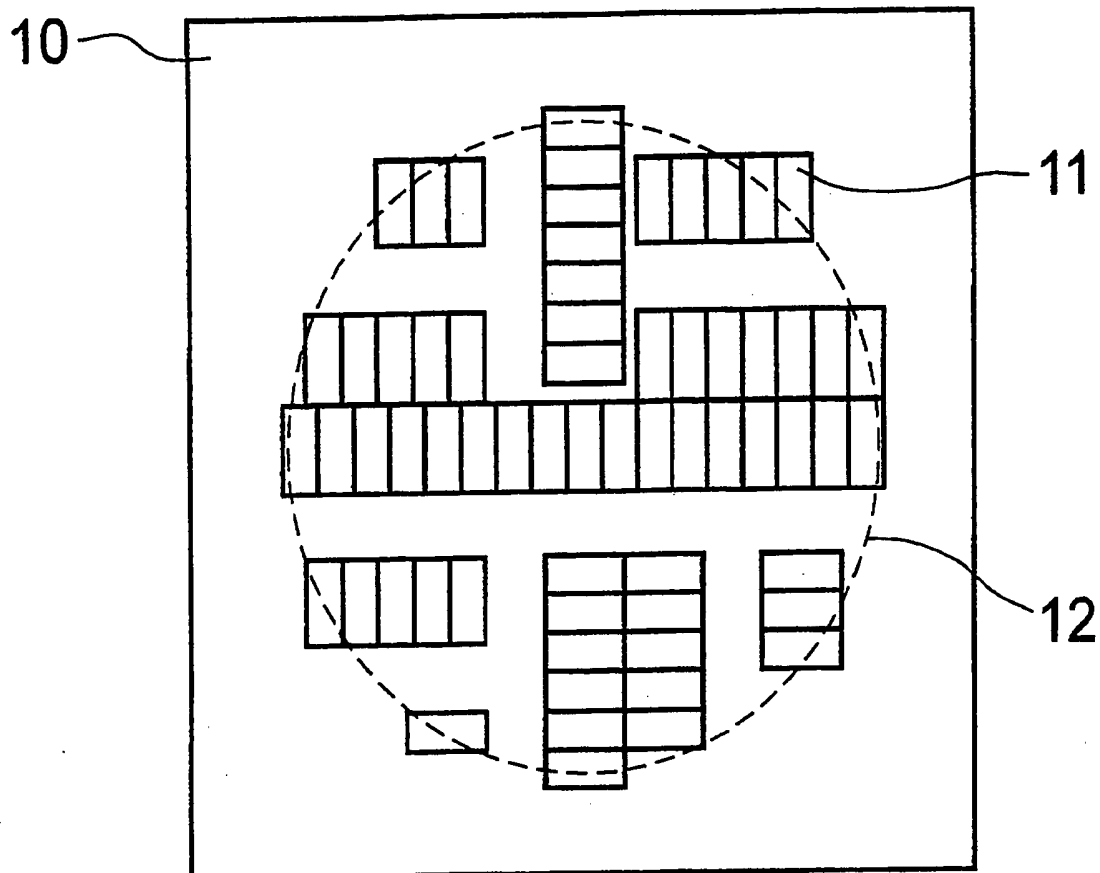


Fig. 2